

Л. С. Гур'янова, О. В. Панасенко, С. М. Вознюк

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ І МОДЕЛЮВАННЯ РИНКУ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ

Предметом дослідження є комплекс моделей системного аналізу ринку освітніх послуг. **Мета** роботи – розробка комплексу моделей системного аналізу ринку освітніх послуг України, що дозволяють оцінити стан регіональних сегментів ринку; виділити сегменти, найбільш чутливі до скорочення мережі освітніх закладів; оцінити конкурентоспроможність освітніх послуг на зовнішньому ринку; визначити найбільш привабливі сегменти зовнішнього ринку. В статті вирішуються наступні **завдання**: розробити моделі класифікації регіонів за рівнем розвитку системи освіти; моделі комплексної оцінки рівня розвитку системи освіти, що дозволяють оцінити позиції України в порівнянні з європейськими країнами; розробити моделі класифікації зовнішніх сегментів ринку за рівнем привабливості для просування освітніх послуг ВНЗ України в контексті експортно орієнтованої моделі розвитку. Використовуються такі **методи**: системний аналіз - для опису об'єкта дослідження, концептуального підходу та комплексу розв'язуваних завдань; кластерний аналіз - для побудови моделей класифікації; методи таксономії, метод оцінювання рівня розвитку - для побудови рейтингової оцінки позиції України на ринку освітніх послуг. Отримано наступні **результати**: розроблено угруповання регіонів України за рівнем розвитку системи освіти, виділені "опорні" для формування мережі освітніх закладів регіони; запропонована система рейтингової оцінки країн на ринку освітніх послуг; виділені найбільш привабливі для просування освітніх послуг ВНЗ України зовнішні сегменти ринку. **Висновки**: реалізація моделей дозволила зробити висновок, що склад "опорних" для формування мережі освітніх закладів регіонів включає такі регіони, як м. Київ, Харківську, Одеську, Запорізьку, Львівську, Дніпропетровську області. Освітні послуги ВНЗ цих регіонів користуються найвищим попитом, проте ці ж регіони є найбільш уразливими до фази спаду ринку. Аналіз "заміщуючого" ефекту дозволив зробити висновок, що Україна характеризується високою рейтинговою оцінкою рівня розвитку системи освіти в порівнянні з європейськими країнами. В контексті експортно орієнтованої моделі розвитку виділені привабливі для України зовнішні сегменти ринку.

Ключові слова: освіта; освітні послуги; ринок освітніх послуг; системний аналіз; моделювання; кластерний аналіз; таксономічний показник

Вступ

Сучасний ринок освітніх послуг знаходиться в стадії активної трансформації, що пов'язано як з об'єктивно сформованими тенденціями зміни спектра вимог до змісту і технологій освоєння освітніх програм, так і зміною державних концепцій моделей розвитку системи освіти і, зокрема, системи вищої освіти.

В якості об'єктивно сформованої довгострокової тенденції розвитку ринку освітніх послуг можна виділити зростання попиту на дистанційну освіту, цифрові форми освіти. Цю тенденцію обумовлює цілий ряд причин, основними з яких є наступні:

- дистанційна освіта дозволяє провести ефективну адаптацію програми під потреби конкретних людей, персоніфікацію освітньої програми; не має обмежень в швидкості проходження і модульному наповненні програми; дозволяє вивчати окремі актуальні модулі програми; дає можливість реалізувати індивідуальну траєкторію навчання;

- дистанційна освіта приблизно в 4 рази дешевше за вартістю в порівнянні з очними формами навчання. Так, в Гарвардській он-лайн школі, в якій навчаються близько 2 000 аспірантів і 13 000 студентів, вартість навчання за 4 роки навчання обходиться дешевше, ніж за 1 рік он-лайн навчання. Таке здешевлення вартості освітніх програм є серйозним аргументом на користь вибору цифрових університетів для навчання, оскільки заборгованість по студентських кредитах в США перевищує 1,45 трн. дол. і близько 20% позичальників не в змозі погасити кредити [1]. Слід зазначити, що норма рентабельності інвестицій в освіту по країнах ОЕСР (на дану групу країн припадає понад 60% світового ВВП) становить близько 7%, а

період окупності – більше 14 років. В умовах нестабільного зовнішнього економічного середовища все більша кількість потенційних студентів замислюються про доцільність отримання вищої освіти і взяття кредиту на оплату навчання.

Таким чином, цифрові університети становлять все більш серйозну конкуренцію для класичних університетів. Наприклад, за прогнозами в найближчі 10-20 років будуть закриті понад 50% класичних університетів. Зниження попиту на освіту вже призвело до 10% скорочення університетів в Індії [1-2]. У цих умовах національні регулятори систем освіти починають приділяти все більшу увагу цифровим університетам. На даний момент можна виділити наступні базові моделі їх розвитку: розвиток масових он-лайн платформ, які формують інфраструктуру, зокрема, для класичних університетів; корпоративні цифрові університети, які активно розвиваються в рамках ІТ-компаній. Необхідно сказати, що велика увага в сучасних умовах приділяється стратегії інтеграції класичних і цифрових університетів, яка передбачає вибір одного з 3-х базових варіантів стратегії: стратегія 1 - покупка або злиття (поглинання); стратегія 2 - розвиток власної платформи; стратегія 3 - партнерська стратегія, спрямована на створення еко-системи на базі обміну цифровими сервісами і контентом [2-3].

Форма цифрового університету розглядається в якості можливого вектора інституційних перетворень і в Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2021-2031 рр. [4], поряд з дослідними університетами, класичними університетами, корпоративними університетами і "клубами вищої освіти". На даний момент переважна кількість університетів України дотримуються комбінованої стратегії інтеграції, що

включає елементи стратегії розвитку власної платформи і інтеграції з корпоративними цифровими університетами.

Ще одним чітко вираженим трендом трансформації ринку освітніх послуг України є модифікація інституційного середовища, ініційована національним регулятором. Необхідність такої трансформації викликана негативними

демографічними процесами, зростанням соціального навантаження на бюджетну систему України. Зокрема, як зазначає Міністр соціальної політики Марина Лазебна [5], Україна входить в топ-15 країн світу з найбільш високими темпами скорочення населення за даними ООН. Тільки міграційний відтік населення за останні 10 років оцінюється на рівні 4 млн. чоловік - 10% населення (рис. 1).

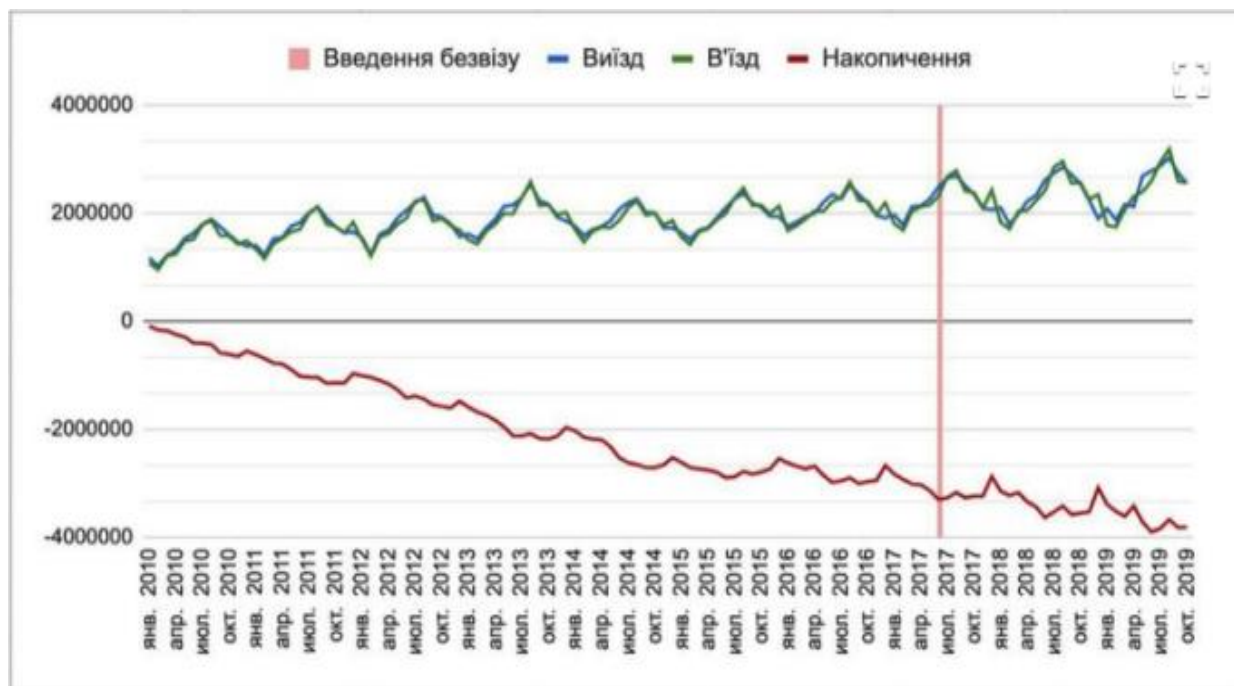


Рис. 1. Динаміка міграційного потоку, 2010-2019 рр.
Джерело: [6]

Депопуляція населення не може не впливати на ринок освітніх послуг. Як зазначено в Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2021-2031 рр. [4], щільність мережі університетів в Україні є однією з найбільш високих - на 1 млн. населення припадає 6,7 університетів і 8 коледжів, технікумів, училищ. Більш висока щільність спостерігається тільки в Польщі - 9,2 університету. У країнах з високим рівнем розвитку, наприклад, Німеччині і Великобританії, цей індикатор значно нижче і становить 4,3 і 3,7 університету відповідно. При цьому фінансова модель розвитку системи вищої освіти в Польщі та Великобританії, орієнтована на потоки іноземних студентів, в якості базового елементу розглядає приватні університети, питома вага яких в загальній структурі становить 61,9% і 78,2% відповідно. В якості альтернативної стратегії можна навести приклад моделі фінансового розвитку системи вищої освіти в Німеччині: питома вага приватних університетів становить лише 33,7%.

Іншими словами, розглядаючи індикатори розвинених ринків в якості можливих індикативних значень, слід сказати, що кількість університетів в Україні в рамках прийнятої інституційної реформи може бути найближчим часом скорочена в 2 рази. Наслідки інституційних реформ вплинуть на ситуацію на ринках праці, рівень безробіття, якість трудового потенціалу в системі вищої освіти в силу мобільності населення, селекції та міграційної активності

найбільш кваліфікованих кадрів, рівень доступності вищої освіти, що буде супроводжуватися подальшими втратами в економічному зростанні, і "стисненням" економічного і соціального сектора. В силу цього актуальною дослідницькою задачею є системний аналіз і моделювання ринку освітніх послуг в контексті оцінки наслідків інституційних реформ і виявлення потенціалу адаптації системи освіти для забезпечення сталого розвитку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Результати дослідження ринку освітніх послуг розглянуті в багатьох наукових виданнях. Робота [7] присвячена сегментації ринку освітніх послуг в Україні, а також аналізу факторів, що визначають ємність сегментів ринку. Дослідження, проведені в [8], націлені на порівняльний аналіз моделей фінансового розвитку системи освіти, піднімають питання недофінансування системи освіти. В роботі [9] розглядаються особливості маркетингової стратегії на ринку освітніх послуг. Стаття [10] присвячена аналізу можливостей застосування когнітивного моделювання для оцінки факторів, що впливають на попит на ринку освітніх послуг. В цілому необхідно сказати, що сучасні дослідження великої кількості українських авторів мають чітко виражений

маркетинговий акцент, що відображає постійно зростаючу конкуренцію за абітурієнта між освітніми закладами в умовах кризових демографічних трендів, глобальної конкуренції і ліберальної моделі розвитку економіки. Незважаючи на те, що університети де-юре є неприбутковими організаціями, основні цілі яких сконцентровані в соціальній площині і спрямовані на забезпечення високої якості освітніх послуг, доступності освіти, де-факто, проблеми з недофінансуванням, високим рівнем тіньової економіки та низькою наповнюваністю бюджету, зниження рівня доходів населення і платоспроможного попиту, призводять до все більш сильного домінування принципів конкурентного управління.

Посилення конкуренції в умовах глобального ринку нерозривно пов'язане з питаннями адаптації систем освіти та підвищення якості освітніх послуг. Так, питання адаптації національних систем освіти в умовах глобального ринку і діджиталізації розглядаються в роботі [11]. Виділено найбільш перспективні цифрові інструменти управління процесом освіти, що дозволяють підвищити конкурентоспроможність освітніх закладів. Стаття [12] присвячена розробці комплексу моделей панельних даних, що дозволяють провести оцінку віддачі витрат на освіту. Моделювання різних аспектів поєднання навчання з роботою на основі техніки аналізу панельних даних присвячена публікація [13]. В цілому зроблено висновок про негативний вплив кількості робочих годин на результати навчання, особливо в сфері вищої освіти. Моделювання впливу рівня доступності освіти на інтенсивність використання інтернету і розвиток цифрової економіки за допомогою методів пробіт-, логіт- аналізу проводиться в [14]. Проведені дослідження показали, що нерівномірність розвитку систем освіти тягне за собою чітко виражену поляризацію в цифровому і економічному розвитку. Ключові фактори, що визначають поведінкові аспекти на ринку освіти в країнах з високим і низьким рівнем розвитку, аналізуються в [15]. Здійснено аналіз диференціації факторів, що обумовлюють прийняття рішення про отримання вищої освіти на ринках з високим і низьким рівнем розвитку. В роботі [16] досліджуються підходи до моделювання оцінки ступеня задоволеності студентів контентом навчальної системи, що дозволяють здійснювати ефективну адміністрацію курсу. Таким чином, основним фокусом дослідження в даний час є розробка ефективних систем моніторингу ступеня задоволеності процесом навчання і оптимального вибору цифрових інструментів, що дозволяють підвищити якість, ефективність освітнього процесу та конкурентоспроможність освітньої послуги. Велика кількість робіт вчених країн з ринками, що розвиваються, системи освіти яких зазнають суттєвої трансформації, зачіпають різні аспекти пошуку оптимальної моделі розвитку з урахуванням демографічних, економічних і ін. чинників. Зокрема, максимальна кількість годин роботи студентів, яка

регламентується законодавчими обмеженнями, характеризується істотною диференціацією для країн різних груп.

Відзначаючи безумовну ефективність підходів, представлених в сучасних наукових роботах, слід зазначити, що недостатньо повно розглянуті питання системного аналізу і моделювання ринку освітніх послуг в контексті оцінки наслідків реформ системи освіти, спрямованих на оптимізацію мережі освітніх закладів, і оцінку потенціалу адаптації системи освіти.

Мета роботи. Метою роботи є розробка комплексу моделей системного аналізу ринку освітніх послуг України, що дозволяють оцінити стан регіональних сегментів ринку; виділити сегменти, найбільш чутливі до скорочення мережі освітніх закладів; оцінити конкурентоспроможність освітніх послуг на зовнішньому ринку; визначити найбільш привабливі сегменти зовнішнього ринку.

Методи дослідження

Пропонований концептуальний підхід до побудови комплексу моделей системного аналізу ринку освітніх послуг включає наступні основні модулі: *модуль 1* - побудова моделі класифікації регіональних сегментів ринку освітніх послуг за рівнем розвитку; *модуль 2* - побудова моделі комплексної оцінки якості освіти в Україні; *модуль 3* - сегментація зарубіжних ринків освітніх послуг за рівнем привабливості. Далі розглядається їх зміст.

Цільовою спрямованістю *першого модуля* є побудова моделі класифікації регіональних сегментів ринку освітніх послуг (регіонів) за рівнем розвитку системи освіти. Класифікація полягає в розбитті вихідної сукупності регіонів на порівняно невелику кількість класів $Q = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_l\}$ таким чином, щоб регіони, що належать одному класу (групі) перебували б на відносно невеликих відстанях один від одного. Для побудови угруповання застосовуються ієрархічні агломеративні і ітеративні методи кластерного аналізу [17-18]. Ієрархічні агломеративні методи дають лише умовно-оптимальне рішення в деякій підмножині локальних розбиттів (кластерів). Однак перевагою цих методів є простота обчислень та інтерпретації отриманих результатів. Сутність ієрархічних агломеративних методів полягає в тому, що на першому етапі кожен об'єкт вибірки розглядається як окремий кластер. Процес об'єднання кластерів відбувається послідовно: на підставі матриці відстаней або матриці подібності об'єднуються найбільш близькі об'єкти. Результати кластеризації, представлені у вигляді дендрограми, дозволяють вибрати число кластерів, при якому сумарна міжгрупова дисперсія буде приймати максимальне значення. Це число кластерів використовується для підбору початкових умов ітераційного алгоритму методу "k-середніх" [19].

Алгоритм методу "k-середніх" включає такі основні кроки: з n регіонів досліджуваної сукупності відбираються випадковим чином або задаються дослідником виходячи з будь-яких апіорних

міркувань k точок (регіонів). Ці точки приймаються за еталони; кожному еталону присвоюється порядковий номер, який одночасно є і номером кластера; з решти $(n-k)$ регіонів витягується точка X_i з координатами (x_{i1}, \dots, x_{im}) і перевіряється, до якого з еталонів (центрів) вона знаходиться найближче. Регіон, що перевіряється, приєднується до того центру (стандарту), якому відповідає $d_i = \min d_{il} (l=1, \dots, k)$; еталон замінюється новим, перерахованим з урахуванням приєднаної точки, і вага його (кількість регіонів, що входять в даний кластер) збільшується на одиницю. Якщо зустрічаються дві або більше мінімальних відстані, то i -й регіон приєднують до центру з найменшим порядковим номером; вибирається точка X_{i+1} і для неї повторюються всі процедури. Таким чином, через $(n-k)$ кроків всі точки (регіони) сукупності виявляються віднесеними до одного з k кластерів, але на цьому процес розбиття не закінчується. Для того щоб домогтися стійкості розбиття за тим же правилом, всі точки X_1, X_2, \dots, X_n знову приєднуються до отриманих кластерів, при цьому ваги продовжують накопичуватися. Нове розбиття порівнюється з попереднім. Якщо вони збігаються, то робота алгоритму завершується. В іншому випадку цикл повторюється. Остаточне розбиття має центри тяжіння, які не збігаються з еталонами, їх можна позначити C_1, C_2, \dots, C_n . При цьому кожна точка $X_i (i=1, 2, \dots, n)$ буде відноситися до такого кластеру (класу), для якого $D(x_i, c_l) = \min d(x_i, c_j)$.

Після завершення процедур класифікації необхідно оцінити отримані результати. Для цієї мети використовується деяка міра якості класифікації, так званий функціонал якості. Найкращим за обраним функціоналом слід вважати таке розбиття, при якому досягається екстремальне значення цільової функції - функціоналу якості. При аналізі розбиття розглядалися наступні функціонали якості:

$$F_1 = \sum_{l=1}^k \sum_{i \in S_l} d^2(x_i, \bar{x}_l), \quad F_2 = \sum_{l=1}^k \sum_{i, j \in S_l} d_{ij}^2, \quad F_3 = \sum_{l=1}^k \sum_{j=1}^p \sigma_{lj}^2,$$

де x_i – вектор значень змінних для i -го об'єкта, що входить в l -й кластер; $d(x_i, \bar{x}_l)$ – відстань між i -м об'єктом і центром l -го кластера; σ_{lj}^2 – дисперсія j -ї змінної в кластері S_l .

Оптимальним вважається розбиття, при якому $F_i \rightarrow \min$, де A – множина всіх допустимих розбиттів.

Реалізація моделей класифікації дозволить виділити регіональні сегменти ринку, які, з одного боку, є опорними для мережевої структури системи вищої освіти, а, з іншого, найбільш уразливими до реалізації стратегії "стиснення".

Призначенням *другого модуля* є побудова моделі комплексної оцінки якості освіти в Україні.

Необхідність комплексної оцінки обумовлена різновекторністю зміни показників, що ускладнює їх аналіз і вимагає подання у вигляді синтетичної оцінки, яка є результатом згортки індикаторів, що відображають розвиток окремих підсистем. Модель комплексної оцінки якості освіти заснована на одному з методів побудови еталонного об'єкта – таксономічному показнику рівня розвитку [17]. Показник рівня розвитку розраховується за формулою:

$$d_i^* = 1 - \frac{c_{i0}}{c_0},$$

де $c_0 = \bar{c}_0 + 2 \cdot S_0$,

$$\bar{c}_0 = \frac{1}{w} \sum_{i=1}^w c_{i0},$$

$$S_0 = \sqrt{\frac{1}{w} \sum_{i=1}^w (c_{i0} - \bar{c}_0)^2},$$

$$c_{io} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_{ij} - Z_{oj})^2} \text{ – Евклідова відстань між}$$

точками-одиницями (регіонами) і точкою P_0 , що представляє собою еталон розвитку.

Основою для побудови еталону розвитку служить поділ ознак на стимулятори і дестимулятори. Ознаки, які надають позитивний, стимулюючий вплив на рівень розвитку системи освіти, називаються стимуляторами, на відміну від ознак – дестимуляторів. Координати еталона розвитку визначаються наступним чином:

$$z_{0s} = \begin{cases} z_{0s} = \max_r z_{rs}, \text{ якщо } s \in I \\ z_{0s} = \min_r z_{rs}, \text{ якщо } s \notin I, (s=1, \dots, m) \end{cases},$$

де I – множина стимуляторів, z_s – стандартизоване значення ознаки s для об'єкта r .

Оскільки ознаки мають різну розмірність, то при формуванні матриці відстаней $C = (d_{i0}), i=1, n$ здійснюється їх стандартизація за формулою:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{S_j}, \quad j=1, 2, \dots, m,$$

де \bar{x}_j – середнє арифметичне значення j -ї ознаки; S_j – стандартне відхилення j -ї ознаки; z_{ij} – стандартизоване значення j -ї ознаки для i -го об'єкта.

Значення таксономічного показника рівня розвитку змінюються в діапазоні від 0 до 1. Чим ближче значення інтегрального показника до 1, тим вище оцінка якості освіти.

Реалізація моделі оцінки якості освіти дасть можливість оцінити рівень конкурентоспроможності системи освіти України в умовах глобального ринку.

Змістом *третього модуля* є угруповання зарубіжних сегментів ринку за рівнем привабливості для освітніх закладів України. Для реалізації моделі класифікації використовуються описані вище в першому модулі методи кластерного аналізу. Побудова такої моделі класифікації дозволить виділити сегменти ринку, що формують "заміщуючий" ефект в разі прийняття за основу частково експортно орієнтованої моделі розвитку системи освіти.

Таким чином, реалізація наведеного вище концептуального підходу дозволить виділити найбільш чутливі до "шоків" інституційних реформ регіональні сегменти ринку освітніх послуг України, оцінити конкурентоспроможність системи освіти в умовах глобального ринку, визначити найбільш привабливі "заміщуючі" зарубіжні сегменти ринку.

Результати досліджень та їх обговорення

У відповідність із запропонованим вище підходом в *першому модулі* здійснювалося групування регіональних сегментів ринку за рівнем розвитку

систем освіти. В якості вихідного інформаційного простору ознак розглядалися такі індикатори, як кількість абітурієнтів (коледжі, технікуми); кількість абітурієнтів університетів (академії, інститути) регіону; кількість студентів в коледжах, технікумах, училищах на бюджетній формі навчання; кількість студентів в університетах, академіях, інститутах на бюджетній формі навчання; кількість студентів в коледжах, технікумах, училищах на контрактній формі навчання; кількість студентів в університетах, академіях, інститутах на контрактній формі навчання. Вибір системи індикаторів обумовлений їх інформаційною забезпеченістю в відкритих джерелах даних. Для побудови класифікації, як було сказано вище, використовувалися ітеративні і ієрархічні агломеративні методи кластерного аналізу. Для оцінки якості класифікації застосовувалися наведені вище функціонали якості. Підсумкове розбиття на основі методу Уорда, який дозволяє мінімізувати сумарну внутрішньо-групову дисперсію, наведено на рис. 2. Для обробки даних використовувався ППП Statistica.

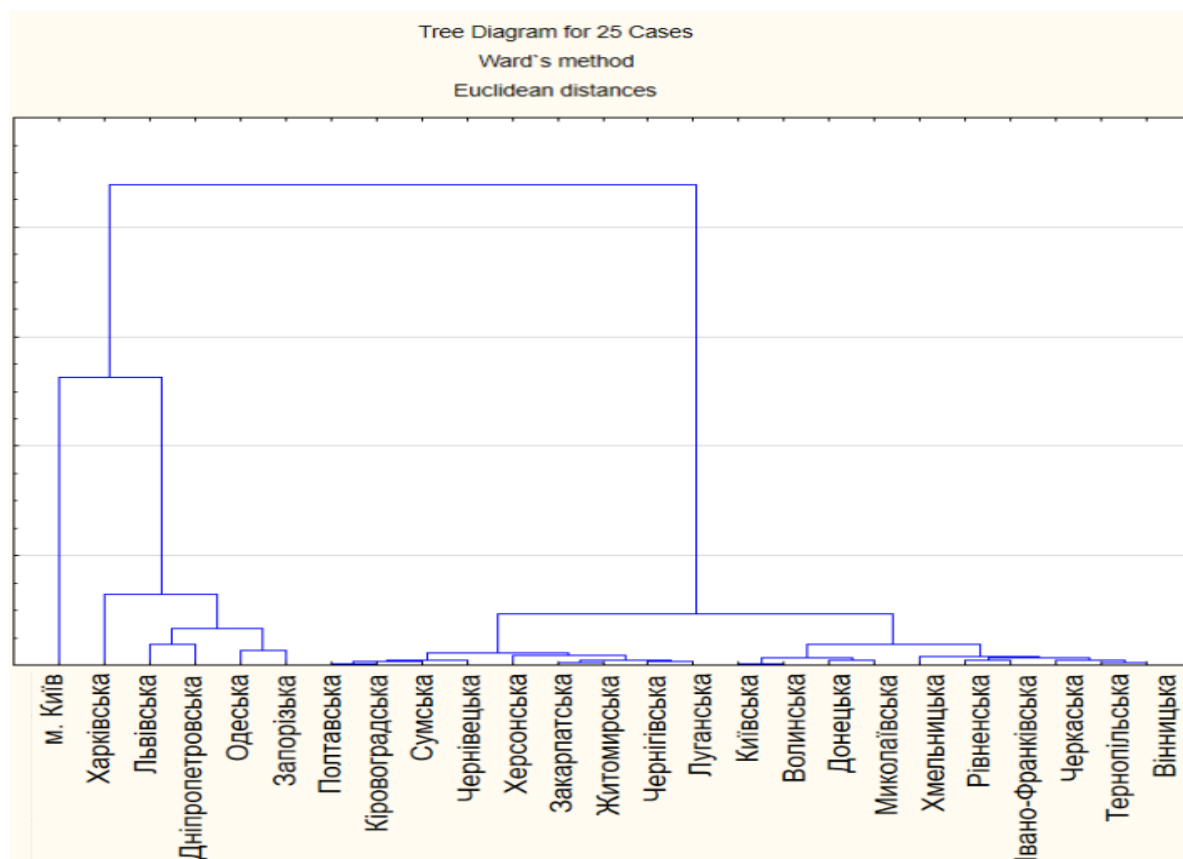


Рис. 2. Дендрограма класифікації регіональних сегментів ринку освітніх послуг за рівнем розвитку
Джерело: отримано авторами.

Дані рис. 2 показують, що м. Київ утворює ізольований одноелементний кластер з найбільш високими значеннями аналізованих показників. Оскільки м. Київ характеризується значною поляризацією соціально-економічного розвитку у порівнянні з іншими регіонами України, то для

отримання більш коректної і інтерпретованої класифікації м. Київ було виключено з подальшого аналізу. Результати реалізації моделі кластерного аналізу на усиченому списку регіонів наведені на рис. 3.

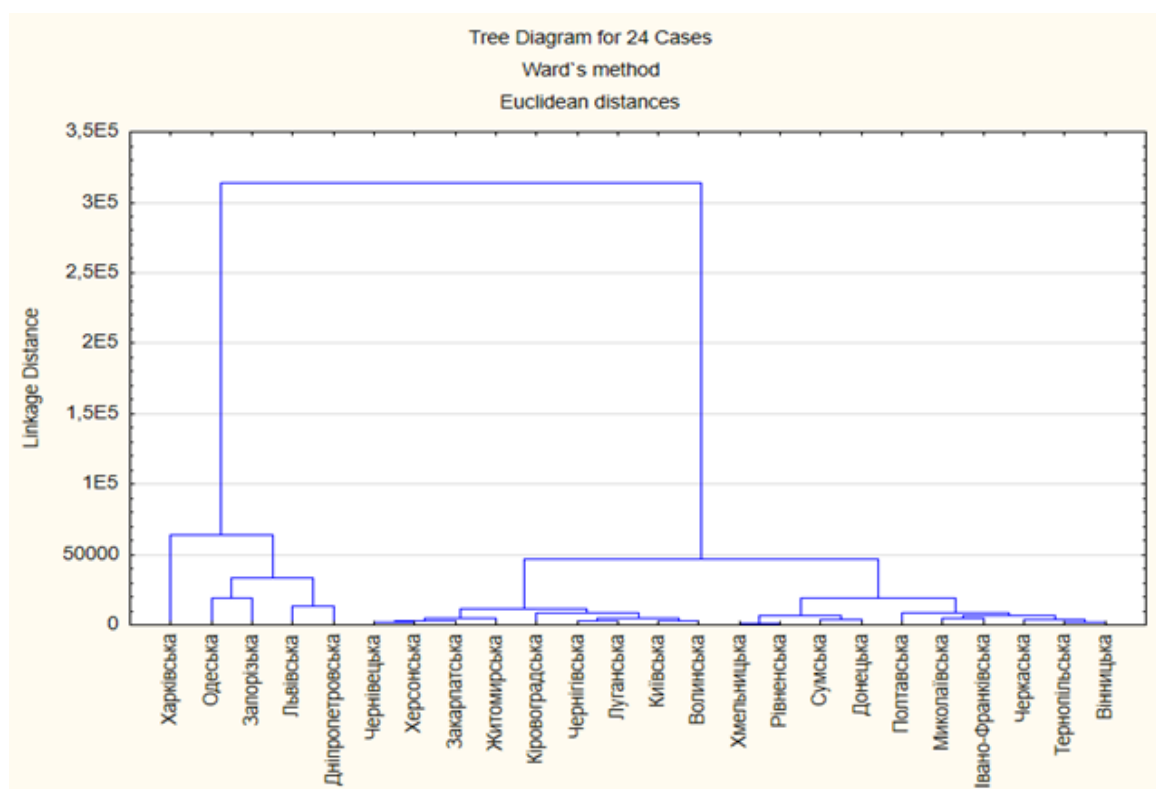


Рис. 3. Дендрограма класифікації регіональних сегментів ринку освітніх послуг за рівнем розвитку (без урахування м. Києва)
Джерело: отримано авторами.

Як видно з рис. 3, результати кластерного аналізу дозволяють виділити групу регіонів з найбільш високим рівнем розвитку системи освіти. До цієї групи належать такі регіони, як Харківська область, Одеська область, Запорізька область,

Львівська область, Дніпропетровська область. Таким чином, "опорну" мережу регіонів формують 24% регіонів України. Візуалізація географічної структури кластерів приведена на рис. 4.

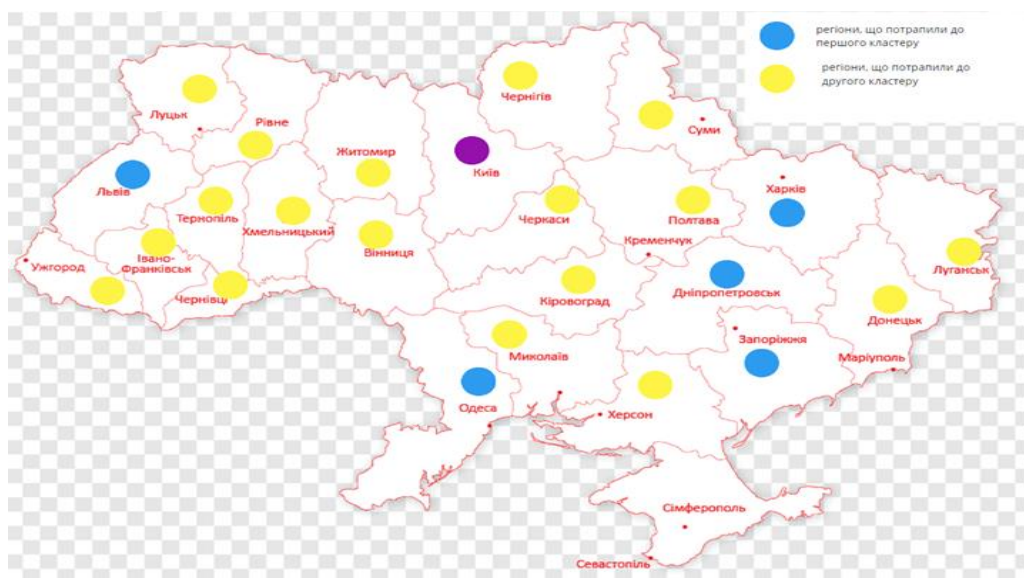


Рис. 4. Результати класифікації регіональних сегментів ринку за рівнем розвитку
Джерело: отримано авторами.

Таким чином, вище були виділені "опорні" для розвитку мережі освітніх закладів регіони, що охоплюють Захід, Центр і Південний схід України. Слід зазначити, що в силу великої кількості освітніх закладів, які сконцентровані в цих регіонах, дані

сегменти є найбільш уразливими до оптимізації числа університетів, яка буде супроводжуватися істотними негативними соціально-економічними наслідками. Для аналізу можливості розвитку освітніх закладів не тільки за рахунок внутрішнього попиту, а й за рахунок

зовнішнього ринку, у другому модулі здійснювалася побудова комплексної оцінки рівня розвитку систем освіти макрорегіонів (країн).

Для побудови комплексної оцінки рівня розвитку системи освіти, як було сказано вище, застосовувався

один з методів таксономії – метод рівня розвитку. Інформаційний простір ознак сформовано на основі відкритих баз даних [20-21]. Для зіставлення макрорегіонів використовувалася система індикаторів, наведена в табл. 1.

Таблиця 1. Інформаційний простір ознак рівня розвитку системи освіти

| Умовне позначення | Показник | Група |
|-------------------|--|--------------|
| X1 | Індекс грамотності дорослого населення | Стимулятор |
| X2 | Відсоток школярів, що лишаються на другий рік | Дестимулятор |
| X3 | Результати країн по читацькій грамотності | Стимулятор |
| X4 | Результати країн по математичній грамотності | Стимулятор |
| X5 | Результати країн по природничій грамотності | Стимулятор |
| X6 | Рівень безробіття серед молоді, що закінчила навчання в вищому навчальному закладі | Дестимулятор |
| X7 | Середній час виходу на роботу після закінчення навчання | Дестимулятор |

Джерело: сформовано авторами.

Як видно з табл. 1, при визначенні координат точки-еталона, в якості індикаторів-стимуляторів, які відображають фактори, що позитивно впливають на рівень розвитку системи освіти, були виділені: індекс грамотності дорослого населення, результати країн по читацькій грамотності, результати країн по математичній грамотності, результати країн по природничій грамотності. До індикаторів-

дестимуляторів були віднесені: відсоток школярів, що лишаються на другий рік; рівень безробіття серед молоді, що закінчила навчання в вищому навчальному закладі; середній час виходу на роботу після закінчення навчання. Значення Евклідової метрики і інтегрального показника рівня розвитку наведені в табл. 2.

Таблиця 2. Значення інтегрального показника рівня розвитку

| Назва країни | Евклідова відстань | Рівень розвитку | Ранг |
|----------------|--------------------|-----------------|------|
| Бельгія | 2,56 | 0,65 | 12 |
| Болгарія | 6,24 | 0,15 | 25 |
| Чехія | 2,20 | 0,70 | 9 |
| Данія | 1,96 | 0,73 | 7 |
| Німеччина | 1,14 | 0,84 | 2 |
| Естонія | 0,54 | 0,93 | 1 |
| Ірландія | 2,27 | 0,69 | 11 |
| Греція | 7,48 | 0,01 | 28 |
| Іспанія | 4,15 | 0,44 | 18 |
| Франція | 3,21 | 0,57 | 15 |
| Хорватія | 4,37 | 0,41 | 20 |
| Італія | 4,91 | 0,33 | 22 |
| Кіпр | 6,20 | 0,16 | 24 |
| Латвія | 2,59 | 0,65 | 13 |
| Литва | 3,35 | 0,55 | 17 |
| Люксембург | 3,31 | 0,55 | 16 |
| Мальта | 6,12 | 0,17 | 23 |
| Австрія | 2,67 | 0,64 | 14 |
| Польща | 1,96 | 0,73 | 6 |
| Португалія | 6,60 | 0,11 | 27 |
| Румунія | 6,44 | 0,13 | 26 |
| Словенія | 1,69 | 0,77 | 5 |
| Словаччина | 4,61 | 0,37 | 21 |
| Україна | 1,36 | 0,82 | 3 |
| Фінляндія | 4,23 | 0,43 | 19 |
| Швеція | 1,36 | 0,82 | 3 |
| Великобританія | 2,24 | 0,70 | 10 |
| Норвегія | 1,96 | 0,73 | 8 |

Джерело: отримано авторами

Інтерпретація інтегрального показника, представленого в табл. 2, наступна: чим ближче значення до 1, тим вище рівень розвитку системи освіти. Дані табл. 2 показують, що перші позиції рейтингу займають такі країни, як Естонія, Німеччина, Швеція, Україна, Словенія, Польща, Данія, Норвегія, Чехія, Великобританія. Таким чином, Україна має досить високу конкурентну позицію серед європейських країн.

У третьому завершальному модулі була проведена сегментація зовнішнього ринку за рівнем привабливості. Для реалізації завдань третього модуля використовувалися наведені вище методи кластерного аналізу. В якості інформаційного простору ознак розглядалися такі індикатори як кількість прийнятих на навчання до ЗВО України іноземних студентів, кількість випускників-іноземних студентів ЗВО України. Результати класифікації представлені на рис. 5.

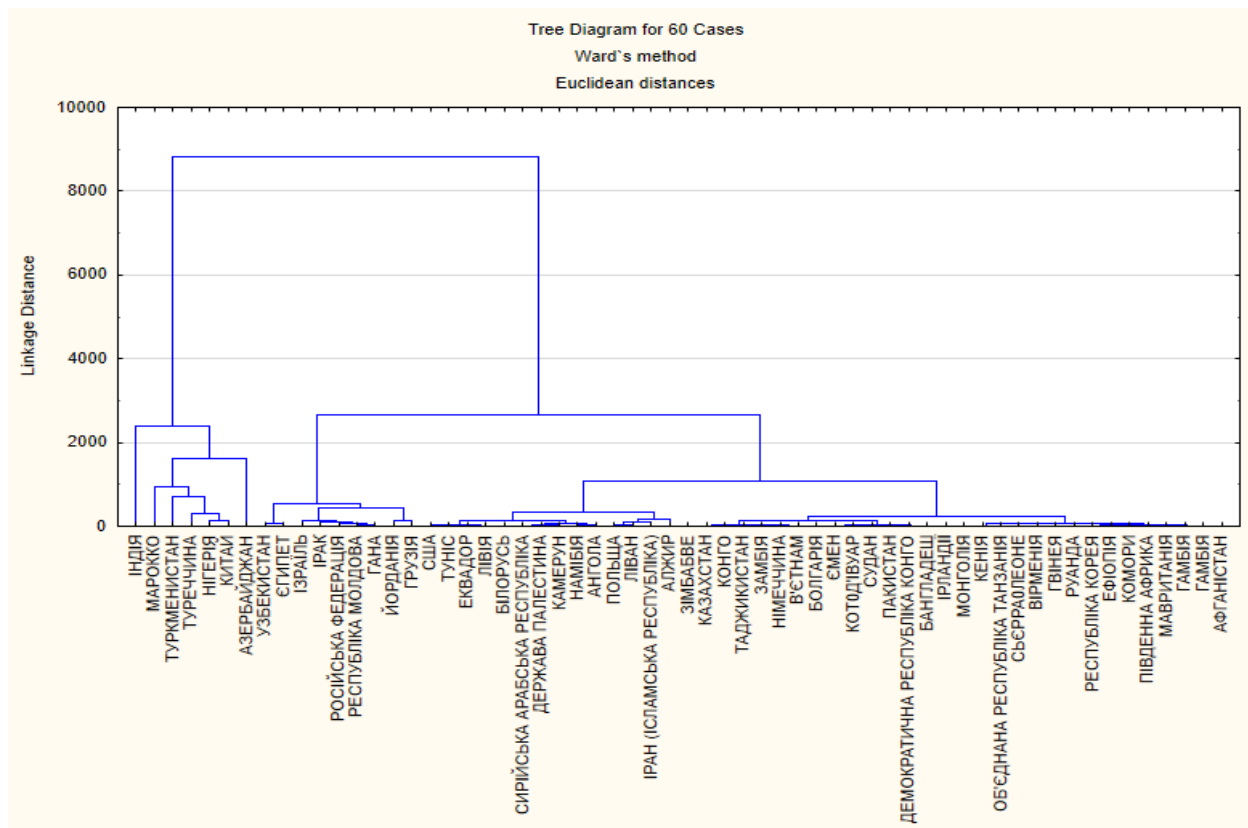


Рис. 5. Дендрограма класифікації країн за кількістю студентів, що навчаються в українських ЗВО

Джерело: отримано авторами.

Як видно з рис. 5, до найбільш привабливих зовнішніх сегментів для просування освітніх послуг ЗВО України відносяться такі країни, як Індія, Марокко, Туркменістан, Туреччина, Нігерія, Китай, Азербайджан. Наступний за рівнем привабливості кластер сформували такі макрорегіони: Єгипет, Ізраїль, Ірак, Російська Федерація, Республіка Молдова, Гана, Йорданія, Грузія. Дані ринки є перспективними для просування освітніх послуг ЗВО України.

Висновки та перспективи подальшого розвитку

Проведені дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

запропонований концептуальний підхід до побудови комплексу моделей системного аналізу ринку освітніх послуг України, що дозволяють оцінити стан регіональних сегментів ринку; виділити сегменти, найбільш чутливі до скорочення мережі освітніх закладів; оцінити конкурентоспроможність

освітніх послуг на зовнішньому ринку; визначити найбільш привабливі сегменти зовнішнього ринку;

- реалізація моделі класифікації регіонів за рівнем розвитку систем освіти дозволила виділити мережу "опорних" регіонів для мережі освітніх закладів, які формують найбільш значимий соціально-економічний ефект в період циклічного зростання економіки і одночасно є найбільш чутливими до негативних наслідків в період спаду;

- запропонована модель комплексної оцінки рівня розвитку системи освіти, реалізація якої показала високу конкурентну позицію України по рівню розвитку системи освіти серед європейських країн і можливість часткової реалізації експортно орієнтованої моделі розвитку;

- реалізація моделі класифікації зовнішніх сегментів ринку за рівнем привабливості дозволила виділити макрорегіони з високим і середнім рівнем привабливості для ЗВО України з точки зору просування освітніх послуг і залучення іноземних студентів.

У ролі напрямків подальших досліджень можна виділити: аналіз стійкості результатів класифікації та рейтингування до особливостей систем діагностичних індикаторів; оцінка динамічної стійкості класифікації; аналіз перспектив розвитку цифрових освітніх закладів і їх інтеграції з класичними структурами в контексті розвитку каналів надання освітніх послуг у рамках експорт-орієнтованої моделі розвитку; посилення автономії ЗВО в частині адміністрації та

спрощення процедур просування освітніх послуг ЗВО України на зовнішні ринки.

Подяки. Дякуємо магістру кафедри економічної кібернетики та системного аналізу Харківського національного економічного університету ім. С. Кузнеця Шпак Анні за проведення експериментальних розрахунків.

Список літератури

1. Subhash Kak (2018), "Universities must prepare for a technology-enabled future", URL: <https://theconversation.com/universities-must-prepare-for-a-technology-enabled-future-89354>
2. "E-Learning - Market Analysis, Trends, and Forecasts". 2018. URL: <https://www.researchandmarkets.com/reports/2832322/e-learning-market-analysis-trends-and#rela3-4463680>
3. "Global Online Education Market - Forecasts from 2018 to 2023". 2018. URL: <https://www.researchandmarkets.com/reports/4463680/global-online-education-market-forecasts-from>
4. "Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2021-2031 роки". 2021. URL: http://www.reform.org.ua/proj_edu_strategy_2021-2031.pdf
5. "Україна входить в топ-15 країн світу з найшвидшими темпами скорочення населення". Мінсоцполітики 2021. URL: <http://jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/ukrajina-vkhodit-v-top-15-krajn-svtu-z-najshvidshimi-tempami-skorochennja-naselennja---mnsocpolitiki-59718>
6. Винокуров Я. Почти 10% населения: в правительстве подсчитали, сколько украинцев выехали за границу с начала десятилетия. 2020. URL: <https://hromadske.ua/ru/posts/pochti-10-naseleniya-v-pravitelstve-podschitali-skolko-ukraincev-vyehali-za-granicu-s-nachala-desyatiletija>
7. Хандій О. О. Дослідження особливостей ринку освітніх послуг вищих навчальних закладів. *Економіка та держава*. 2015. № 4. С. 44–47
8. Ахновська І. О. Аналіз потенціалу освітнього ринку України. *Фінанси, облік, банки*. 2017. № 1 (22). С. 34–45.
9. Могилова А. Ю., Решетнікова І. В. Особливості маркетингу на ринку освітніх послуг. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2016. Вип. 10/ 2. С. 21–25.
10. Огаренко Т. Ю. Концепція моделювання динаміки попиту на послуги вищих навчальних закладів. *Ефективна економіка*. 2010, № 10. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=350>
11. Putilov A., Timokhin D., Pimenova V. Adaptation of the educational process to the requirements of the global nuclear market according the concept of "economic cross" through its digitalization. *Procedia Computer Science*. 2020. 169. P. 452-457. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.226>
12. Thu Ha Truong, Keiichi Ogawa, Jean-Baptiste M. B. Sanfo. Educational expansion and the economic value of education in Vietnam: An instrument-free analysis. *International Journal of Educational Research*. 2021. Vol. 2. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2020.100025>
13. Fung-Mey Huang, Jen-Che Liao, Chin-Chun Yi. The impact of labor market work and educational tracking on student educational outcomes: Evidence from Taiwan. *Economics of Education Review*. 2020. Vol. 77. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2020.101955>
14. Billon Margarita, Crespo Jorge, Lera-Lopez Fernando. Do educational inequalities affect Internet use? An analysis for developed and developing countries. *Telematics and Informatics*. 2021. Vol. 58. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tele.2020.101521>
15. Jakob Martina, Combet Benita. Educational aspirations and decision-making in a context of poverty. A test of rational choice models in El Salvador. *Research in Social Stratification and Mobility*. 2020. Vol. 69. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rssm.2020.100545>
16. Misuraca Michelangelo, Scepti Germana, Spano Maria. Using Opinion Mining as an educational analytic: An integrated strategy for the analysis of students' feedback. *Studies in Educational Evaluation*. 2021. Vol. 68. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2021.100979>
17. Гур'янова Л. С. Моделювання збалансованого соціально-економічного розвитку регіонів : монографія. Бердянськ : ФОП Ткачук О.В. 2013. 406 с.
18. Адаптивные методы в системах принятия решений : монография. Под ред. Н. А. Кизима, Т. С. Клебановой. Х. : ИД "ИНЖЭК", 2007. 368 с.
19. Моделювання економічної безпеки: держава, регіон, підприємство : монографія. За ред. Гейця В. М. Х. : ВД "ИНЖЕК", 2006. 240 с.
20. EUROSTAT. 2019. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/>
21. OECD. 2019. URL: <https://www.oecd.org/pisa/>

References

1. Subhash, Kak (2018), "Universities must prepare for a technology-enabled future", available at : <https://theconversation.com/universities-must-prepare-for-a-technology-enabled-future-89354>
2. "E-Learning - Market Analysis, Trends, and Forecasts" (2018), available at : <https://www.researchandmarkets.com/reports/2832322/e-learning-market-analysis-trends-and#rela3-4463680>
3. "Global Online Education Market - Forecasts from 2018 to 2023" (2018), available at : <https://www.researchandmarkets.com/reports/4463680/global-online-education-market-forecasts-from>

4. "Higher Education Development Strategy in Ukraine in 2021-2031" ["Strategiya rozvytku vyshchoyi osvity v Ukraini na 2021-2031 roky"] (2021), available at : http://www.reform.org.ua/proj_edu_strategy_2021-2031.pdf
5. "Ukraine is among the top 15 countries in the world with the fastest rate of population decline - the Ministry of Social Policy" ["Ukrayina vxodyt v top-15 krayin svitu z najshvydshymy tempamy skorochennya naselennya – Minsocpolitky"] (2021), available at : <http://jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/ukrajina-vkhodit-v-top-15-krajn-svtu-z-najshvidshimi-tempami-skorochennja-naselennja---mnsocpoltiki-59718>
6. Vinokurov, J. (2020), "Almost 10% of the population: the government has calculated how many Ukrainians have left abroad since the beginning of the decade" ["Pochty 10% naseleniya: v pravitelstve podschytyali, skolko ukraintsev vyexaly za granycu s nachala desyatiletya"], available at : <https://hromadske.ua/ru/posts/pochti-10-naseleniya-v-pravitelstve-podschitali-skolko-ukraintsev-vyehali-za-granicu-s-nachala-desyatiletiya>
7. Khandiy, O. O. (2015), "Research of features of the market of educational services of higher educational institutions" ["Doslidzhennya osoblyvostej rynku osvitnix poslug vyshhyx navchalnyx zakladiv"], *Economy and state*, No. 4, C. 44–47.
8. Akhnovskaya, I. O. (2017). "Analysis of the potential of the educational market of Ukraine" ["Analiz potencijal osvitnogo rynku Ukrainy"]. *Finance, accounting, banks*. No. 1 (22), P. 34–45.
9. Mogilova, A. Yu., Reshetnikov, I. V. (2016), "Features of marketing in the market of educational services" ["Osoblyvosti marketyngu na rynku osvitnix poslug"], *Scientific Bulletin of Uzhhorod National University*, No. 10/2, P. 21–25.
10. Ogarenko, T. Yu. (2010), "The concept of modeling the dynamics of higher education services demand" ["Konceptiya modelyuvannya dynamiky popytu na poslugy vyshhyx navchalnyx zakladiv"], *Efficient economy*, No. 10, available at : <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=350>
11. Putilov, A., Timokhin, D., Pimenova, V. (2020), "Adaptation of the educational process to the requirements of the global nuclear market according to the concept of "economic cross" through its digitalization", *Procedia Computer Science*, No. 169, P. 452–457. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.226.17>
12. Thu Ha Truong, Keiichi Ogawa, Jean-Baptiste, M. B. S. (2021), "Educational expansion and the economic value of education in Vietnam: An instrument-free analysis", *International Journal of Educational Research*, Vol. 2. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2020.100025>
13. Fung-Mey Huang, Jen-Che Liao, Chin-Chun Yi. (2020), "The impact of labor market work and educational tracking on student educational outcomes: Evidence from Taiwan", *Economics of Education Review*, Vol. 77. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2020.101955>
14. Billon Margarita, Crespo Jorge, Lera-Lopez Fernando (2021), "Do educational inequalities affect Internet use? An analysis for developed and developing countries", *Telematics and Informatics*, Vol. 58. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tele.2020.101521>
15. Jakob Martina, Combet Benita (2020), "Educational aspirations and decision-making in a context of poverty. A test of rational choice models in El Salvador", *Research in Social Stratification and Mobility*, Vol. 69. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rssm.2020.100545>
16. Misuraca Michelangelo, Scepi Germana, Spano Maria (2021), "Using Opinion Mining as an educational analytic: An integrated strategy for the analysis of students' feedback", *Studies in Educational Evaluation*, Vol. 68. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2021.100979>
17. Guryanova, L. S. (2013), *Modeling of balanced socio-economic development of regions [Modelyuvannya zbalansovanogo socialno-ekonomichnogo rozvytku regioniv]* : monograph, Berdyansk : FOP Tkachuk O. V., 406 p.
18. Ed. Kizim, N. A., Klebanova, T. S. (2007), *Adaptive methods in decision-making systems [Adaptyvnye metody v systemax prinyatiya reshenij]* : monograph, Kharkiv : ID INZHEK, 368 p.
19. Ed. Geyets, V. M. (2006), *Modeling of economic security: state, region, enterprise [Modelyuvannya ekonomichnoyi bezpeky: derzhava, region, pidpryyemstvo]* : monograph, Kharkiv : VD "INZHEK", 240 p.
20. "EUROSTAT" (2019), available at : <https://ec.europa.eu/eurostat/>
21. "OECD" (2019), available at : <https://www.oecd.org/pisa/>

Надійшла (Received) 28.02.2021

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Гур'янова Лідія Семенівна – доктор економічних наук, професор, Харківський національний економічний університет імені С. Кузнеця, зав. кафедри економічної кібернетики і системного аналізу, Харків, Україна; email: guryanovalidiya@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2009-1451>.

Гурьянова Лидия Семеновна – доктор экономических наук, профессор, Харьковский национальный экономический университет имени С. Кузнеця, зав. кафедры экономической кибернетики и системного анализа, Харьков, Украина.

Guryanova Lidiya – Doctor of Sciences (Economics), Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Head of the Department of Economic Cybernetics, Kharkiv, Ukraine.

Панасенко Оксана Володимирівна – кандидат економічних наук, Харківський національний економічний університет імені С. Кузнеця, доцент кафедри економічної кібернетики і системного аналізу, Харків, Україна; email: oksana.panasenko@hneu.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0951-6495>.

Панасенко Оксана Владимировна – кандидат экономических наук, Харьковский национальный экономический университет имени С. Кузнеця, доцент кафедры экономической кибернетики и системного анализа, Харьков, Украина.

Panasenko Oksana – PhD (Economics Sciences), Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics, Kharkiv, Ukraine.

Вознюк Сергій Миколайович – Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут", старший викладач кафедри вищої математики та системного аналізу, email: S.voznyuk@khai.edu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1837-8752>.

Вознюк Сергей Николаевич – Национальный аэрокосмический университет им. М. Е. Жуковского "Харьковский авиационный институт", старший преподаватель кафедры высшей математики и системного анализа, Харьков, Украина.

Voznyuk Serhiy – National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", Senior Lecturer of the Department of Higher Mathematics and Systems Analysis, Kharkiv, Ukraine.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ РЫНКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ

Предметом исследования является комплекс моделей системного анализа рынка образовательных услуг. **Цель** работы – разработка комплекса моделей системного анализа рынка образовательных услуг Украины, позволяющих оценить состояние региональных сегментов рынка; выделить сегменты, наиболее чувствительные к сокращению сети образовательных учреждений; оценить конкурентоспособность образовательных услуг на внешнем рынке; определить наиболее привлекательные сегменты внешнего рынка. В статье решаются следующие **задачи**: разработать модели классификации регионов по уровню развития системы образования; разработать модели комплексной оценки уровня развития системы образования, позволяющие оценить позиции Украины в сравнении с европейскими странами; разработать модели классификации внешних сегментов рынка по уровню привлекательности для продвижения образовательных услуг ВУЗов Украины в контексте экспортно-ориентированной модели развития. Используются следующие **методы**: системный анализ – для описания объекта исследования, концептуального подхода и комплекса решаемых задач; кластерный анализ – для построения моделей классификации; методы таксономии, метод уровня развития – для построения рейтинговой оценки позиции Украины на рынке образовательных услуг. Получены следующие **результаты**: разработана группировка регионов Украины по уровню развития системы образования, выделены "опорные" для формирования сети образовательных учреждений регионы; предложена система рейтинговой оценки стран на рынке образовательных услуг; выделены наиболее привлекательные для продвижения образовательных услуг ВУЗов Украины внешние сегменты рынка. **Выводы**: реализация моделей позволила сделать вывод, что состав "опорных" для формирования сети образовательных учреждений регионов включает такие регионы, как г. Киев, Харьковскую, Одесскую, Запорожскую, Львовскую, Днепропетровскую области. Образовательные услуги ВУЗов этих регионов пользуются наиболее высоким спросом, однако эти же регионы являются наиболее уязвимыми к фазе спада рынка. Анализ "замещающего" эффекта позволил сделать вывод, что Украина характеризуется высокой рейтинговой оценкой уровня развития системы образования в сравнении с европейскими странами. В контексте экспортно-ориентированной модели развития выделены привлекательные для Украины внешние сегменты рынка.

Ключевые слова: образование; образовательные услуги; рынок образовательных услуг; системный анализ; моделирование; кластерный анализ; таксономический показатель.

SYSTEMS ANALYSIS AND MODELLING OF THE EDUCATIONAL SERVICES MARKET

The **subject** of the research is a set of models of systems analysis of the educational services market. The **goal** of the work is to develop a set of models of systems analysis of the educational services market in Ukraine, which allow to assess the state of regional market segments; to highlight the segments which are the most sensitive to the reduction of the educational institutions network; to assess the competitiveness of educational services in the foreign market; to determine the most attractive segments of the foreign market. The paper solves the following **tasks**: models of classification of regions according to the level of development of the education system are developed; models for a comprehensive assessment of the level of development of the education system are proposed, which allow assessing the position of Ukraine in comparison with European countries; models for classifying external market segments by the level of attractiveness for promoting educational services of Ukrainian universities in the context of an export-oriented development model are developed. The following **methods** are used: systems analysis – to describe the object of research, conceptual approach and a set of tasks to be solved; cluster analysis – for building classification models; taxonomy methods, development level method – to build a rating assessment of Ukraine's position in the educational services market. The following **results** have been obtained: a grouping of the regions of Ukraine by the level of development of the education system has been developed, the "pivotal" regions for the formation of a network of educational institutions have been identified; a system of rating assessment of countries in the educational services market institutions has been proposed; the most attractive external market segments for the promotion of educational services of universities in Ukraine institutions have been identified. **Conclusions**: the implementation of the models made it possible to conclude that the composition of the "pivotal" regions for the formation of a network of educational institutions includes such regions as Kyiv, Kharkiv, Odesa, Zaporizhzhia, Lviv, Dnipro regions. Educational services of universities in these regions are in the highest demand, but these regions are also the most vulnerable to the phase of market decline. The analysis of the "substitute" effect made it possible to conclude that Ukraine is characterized by a high rating of the level of development of the education system in comparison with European countries. In the context of the export-oriented development model, external market segments that are attractive for Ukraine have been highlighted.

Keywords: education; educational services; educational services market; systems analysis; modelling; cluster analysis; taxonomic indicator.

Бібліографічні описи / Bibliographic descriptions

Гур'янова Л. С., Панасенко О. В., Вознюк С. М. Системний аналіз і моделювання ринку освітніх послуг. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2021. № 1 (15). С. 32–42. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2021.15.032>

Guryanova, L., Panasenko, O., Voznyuk, S. (2021), "Systems analysis and modelling of the educational services market", *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, No. 1 (15), P. 32–42. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2021.15.032>